

Inhalt

Vorwort zur fünften Auflage	XIII
1 Anforderungen an die Telekommunikationsinfrastruktur der Zukunft	1
1.1 Telekommunikationsinfrastruktur	3
1.2 Kommunikationsdienste und Nutzerverhalten	6
1.3 Applikationen und Kommunikationsnetze	8
1.4 Anforderungen	10
2 Klassische Telekommunikationsnetze	13
2.1 ISDN	13
2.2 GSM- und UMTS-Mobilfunknetze	15
2.3 Internet	20
2.4 IN (Intelligentes Netz)	23
3 NGN (Next Generation Networks)	27
3.1 Konzept	27
3.2 Protokolle	31
4 Multimedia over IP	37
4.1 Echtzeitkommunikation in Paketnetzen	37
4.1.1 VoIP-Kommunikationsszenarien	37
4.1.2 VoIP-Nutzdaten	39
4.1.3 Beispiele für VoIP-Kommunikation	50
4.2 Protokolle	53
4.2.1 Kommunikation in den Schichten 1 und 2	58
4.2.2 IPv4 (Internet Protocol version 4)	62
4.2.3 IPv6 (Internet Protocol version 6)	67
4.2.4 TCP (Transmission Control Protocol)	75
4.2.5 UDP (User Datagram Protocol)	88
4.2.6 RTP (Real-time Transport Protocol)	92

4.2.7	RTCP (RTP Control Protocol)	97
4.2.8	H.323	109
4.3	QoS (Quality of Service)	114
4.3.1	IntServ (Integrated Services)	116
4.3.2	DiffServ (Differentiated Services)	120
4.3.3	IntServ und DiffServ kombiniert	126
4.3.4	QoS und VoIP	127
5	SIP (Session Initiation Protocol) und SDP (Session Description Protocol)	133
5.1	Grundlagen	133
5.1.1	Transport	134
5.1.2	SIP-Nachrichten (SIP Messages)	134
5.1.3	Client und Server	135
5.1.4	SIP URIs (SIP Uniform Resource Identifier)	136
5.2	SIP-Anfragen – SIP Requests	138
5.3	SIP-Statusinformationen – SIP Responses	140
5.4	SIP Three Way Handshake	142
5.5	SIP-Dialoge, -Transaktionen und Events	144
5.5.1	SIP-Dialog	144
5.5.2	SIP-Transaktion	145
5.5.3	Event	146
5.6	Aufbau der SIP-Nachrichten	147
5.6.1	Start-Line	151
5.6.2	Header	151
5.7	SDP (Session Description Protocol) und Medienaushandlung	154
5.7.1	Beschreibung medienrelevanter Parameter	155
5.7.2	Codec-Aushandlung mittels Offer/Answer-Modell	159
5.7.3	Aushandlung von Multimedia-Sessions	162
5.8	SIP-Basisabläufe und mögliche Anwendungen	165
5.8.1	VoIP (Voice over IP) – Audiokommunikation	165
5.8.2	Videokommunikation	172
5.8.3	Chat – Kommunikation mit Text	175
5.8.4	File Transfer – Dateiübertragung	179
5.8.5	Instant Messaging (IM) – Kurzmitteilungen	181
5.8.6	Presence – Ermitteln des Online-Status eines anderen Nutzers	183
5.9	SIP, SDP und IPv6	190
6	SIP-Netzelemente	193
6.1	User Agent	193
6.2	Registrar Server	195

6.3	Proxy Server.....	197
6.4	Redirect Server.....	203
6.5	Location Server	205
6.6	Presence Server	206
6.7	Gateways.....	208
6.7.1	SIP/H.323	210
6.7.2	SIP/DSS1 (Digital Subscriber Signalling system no. 1).....	213
6.7.3	SIP/POTS (Plain Old Telephone Service).....	216
6.7.4	SIP/ISUP (ISDN User Part)	221
6.7.5	SIP Trunking	232
6.8	Back-to-Back User Agent (B2BUA).....	235
6.9	Application Layer Gateway (ALG).....	236
6.10	Session Border Controller (SBC)	237
6.11	Conference Server/MCU (Multipoint Control Unit).....	241
6.12	Application Server.....	245
6.13	Einsatz der SIP-Netzelemente in einem NGN.....	254
7	SIP Routing	261
7.1	Routing von SIP-Nachrichten	261
7.1.1	Routing von SIP-Anfragen und -Statusinformationen	261
7.1.2	Einbeziehung von SIP-Vermittlungsinfrastrukturen	264
7.1.3	SIP-Trapezoid.....	272
7.2	Peer-to-Peer SIP	277
7.2.1	Grundkonzepte für Peer-to-Peer SIP-Infrastrukturen	278
7.2.2	Peer-to-Peer SIP-Standardisierung.....	280
7.3	ENUM (E.164 Number Mapping).....	282
8	SIP und NAPT (Network Address and Port Translation)	289
8.1	NAT-Problematik.....	292
8.2	NAT-Typen	295
8.2.1	Full Cone NAT.....	295
8.2.2	Restricted Cone NAT	296
8.2.3	Port Restricted Cone NAT	298
8.2.4	Symmetric NAT	299
8.2.5	NAPT Gateway-Funktionalität im Detail.....	301
8.3	Lösungsmöglichkeiten.....	305
8.3.1	NAPT-Überwindung durch SIP – Symmetric Response Routing	305
8.3.2	STUN (Session Traversal Utilities for NAT)	309
8.3.3	TURN (Traversal Using Relays around NAT).....	314

8.3.4	ICE (Interactive Connectivity Establishment)	318
8.3.5	UPnP (Universal Plug and Play)	324
8.3.6	Symmetric RTP	329
8.3.7	Zusammenfassung und weitere Lösungsansätze	331
9	SIP und Leistungsmerkmale	335
9.1	Halten (Hold)	336
9.1.1	Einfaches Halten	337
9.1.2	Makeln/Halten mit Rückfrage (Consultation Hold)	340
9.2	Verbindungsübergabe (Call Transfer)	344
9.2.1	Direkte Verbindungsübergabe (Unattended Transfer)	344
9.2.2	Verbindungsübergabe nach Rückfrage (Attended Transfer)	346
9.3	Parken (Call Park)	348
9.4	Rufumleitung/Anrufweiterschaltung (Call Forwarding)	350
9.4.1	Generelle Rufumleitung (Unconditional Call Forwarding)	351
9.4.2	Rufumleitung bei Besetzt (Call Forwarding if Busy)	352
9.4.3	Rufumleitung nach Zeit, Anrufweiterschaltung (Call Forwarding if No Answer)	353
9.5	Anrufübernahme (Call Pickup)	354
9.6	Dreierkonferenz (3-Way Conference)	356
9.6.1	Dreierkonferenz mit passivem Teilnehmerbeitritt (3 rd Party is Added)	356
9.6.2	Dreierkonferenz mit aktivem Teilnehmerbeitritt (3 rd Party Joins)	358
9.7	Weitere Leistungsmerkmale	359
9.8	Leistungsmerkmale bei PSTN/ISDN-Simulation und -Emulation	361
10	SIP und Quality of Service	363
11	SIP und Mobilität	371
11.1	Persönliche Mobilität	371
11.2	Session-Mobilität	372
11.3	Dienstmobilität	377
11.4	Endgerätemobilität	378
12	SIP und Sicherheit	385
12.1	Sicherheitsmechanismen für die SIP-Signalisierung	386
12.1.1	SIP Digest	386
12.1.2	SIP over TLS und SIPS (SIP Security)	393
12.1.3	S/MIME (Security/Multipurpose Internet Mail Extension)	397
12.1.4	Einsatz eines Anonymisierungsdienstes (Privacy Service)	399
12.1.5	Vergleich gängiger SIP-Sicherheitsmechanismen	400
12.1.6	Einsatz weiterer Sicherheitsmechanismen für die SIP-Kommunikation	401

12.2	Sicherheitsmechanismen für die Nutzdatenkommunikation	404
12.2.1	SRTP (Secure Real-time Transport Protocol)	404
12.2.2	Weitere Verfahren zum geschützten Nutzdatenaustausch.....	408
12.3	IPsec (Internet Protocol Security)	409
12.4	Einsatz der Sicherheitsmechanismen bei Multimedia over IP.....	410
13	SIP und WebRTC	413
13.1	Funktionen und Anwendungen.....	413
13.2	Architektur und Medien-Übertragung.....	414
13.3	WebRTC mit SIP-Signalisierung	417
13.3.1	WebSocket-Protokoll	418
13.3.2	SIP over WebSocket-Protokoll.....	421
13.4	WebRTC, SIP und Echtzeitnutzdaten	424
13.5	WebRTC-SIP- und Standard-SIP-Applikationen	426
13.6	Basisabläufe beim Nachrichtenaustausch für WebRTC mit SIP.....	429
14	Moderne Telekommunikationsnetze	437
14.1	IP-Netze.....	443
14.2	UMTS-Mobilfunknetze	454
14.3	IMS (IP Multimedia Subsystem).....	475
14.4	NGN mit IMS.....	493
14.5	NGN und IPTV	501
14.6	Konvergente Telekommunikationsnetze	507
14.7	Diensteentwicklung und -bereitstellung	519
14.8	Migrationsszenarien	535
15	Netzentwicklung	553
15.1	Network Functions Virtualisation (NFV).....	554
15.2	Software Defined Networking (SDN)	560
15.3	Mobilfunknetze der 4. und 5. Generation.....	568
15.4	Machine-to-Machine Communications (M2M) und Internet of Things (IoT)	576
15.5	Future Networks.....	582
16	Standardisierung und Ausblick	591

17	Testaufbau mit SIP User Agent und Protokollanalyse-Software	601
17.1	SIP User Agent PhonerLite.....	602
17.1.1	Installation.....	603
17.1.2	Konfiguration.....	605
17.1.3	Bedienung	608
17.2	Protokollanalyse-Software Wireshark.....	610
17.2.1	Installation.....	611
17.2.2	Konfiguration und Bedienung.....	613
17.3	WebRTC-SIP-Praxisbeispiel.....	620
Abkürzungen		625
Literatur und Quellen		645
Index		687